

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра географии

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
_____ Ю.А. Устименко
«16» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.16 «Фотограмметрия и дистанционное зондирование»

Направление подготовки: 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

Направленность: Кадастр недвижимости

Курс – 3

Семестр – 6

Форма обучения – очная

Всего зачетных единиц – 3; часов – 108

Часов в интерактивной форме – 36

Лекции – 24 час.

Лабораторные занятия – 36 час.

Самостоятельная работа – 48 час.

Форма отчетности: экзамен – 6 семестр

Программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки
21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

Программу разработал:

кандидат географических наук Левин А. В.

Одобрена на заседании кафедры

«10» июня 2022 г., протокол № 10

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.16 «Фотограмметрия и дистанционное зондирование» относится к вариативной части обязательных дисциплин образовательной программы по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

Для ее изучения студент должен быть способен владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию, систематизации информации, постановке цели и выбору путей ее достижения, использовать знания методов исследований, используемых в дисциплинах математического и естественного цикла, применять знания современных технологий и методов.

Дисциплина «Фотограмметрия и дистанционное зондирование» способствует усвоению дисциплин «землеустроительное проектирование», «почвоведение», «региональное землеустройство», «государственный кадастровый учет земельных участков».

Аэрокосмическое зондирование, энергично развивающееся в последние десятилетия, предоставило наукам о Земле новые методы исследования земной поверхности. При этом оказалось, что основным источником информации о природных условиях и ресурсах является двумерное изображение – снимок.

Со времен появления первых космических снимков прошло почти четыре десятилетия. За это время накопился значительный опыт их использования в различных областях географии.

Широкое использование космических снимков для изготовления отраслевых карт стимулировало разработки, существенно продвинувшие вперед теорию и практику тематического дешифрирования, которое и сейчас остается основным методом извлечения содержательной информации со снимков.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-3 способность использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами

Профессиональные компетенции:

ПК-8 способность использовать знание современных технологий сбора, систематизации, обработки и учета информации об объектах недвижимости современных географических и земельно-информационных системах (далее - ГИС и ЗИС)

Изучив курс «Фотограмметрия и дистанционное зондирование» студенты должны приобрести следующие **умения и навыки:**

- использовать основные фотограмметрические приборы и технологии дешифрирования видеоинформации, аэрокосмических снимков, технологии и приемы топографического и землеустроительного черчения;
- владеть методикой оформления планов, карт, графической части проектных и прогнозных материалов;
- осуществлять проектирование и реализацию разработанных программ, схем и проектов землеустройства;
- самостоятельно управлять ходом процесса проектирования.

3. Содержание дисциплины

Введение. Становление и внедрение аэрокосмических методов. История аэро- и космических съемок. Современный этап развития аэрокосмических методов в России и за рубежом.

Виды и методы аэрокосмических съемок земной поверхности.

Параметры и технические характеристики съемок. Аппаратура космической съемки. Материалы аэрокосмической съемки.

Съёмочная система, параметры и условия съемки.

Приборы для дешифрирования. Дешифрирование снимков при составлении сельскохозяйственных и кадастровых планов. Дешифровочные признаки объектов и явлений.

Обработка одиночных снимков. Оценка динамики. Прогнозы. Технология цифровой обработки одиночных снимков или их фрагментов, цифровая стереофотограмметрическая обработка снимков.

Первичные и вторичные информационные модели и их использование в землеустройстве.

Прикладная фотограмметрия (например, сельскохозяйственные земли и формы их нарушенности; растительный покров, почвы и природные ландшафты; промышленные объекты и их влияние на окружающую природную среду).

Технология создания и обновления информационных баз данных.

Использование аэро- космических снимков для отраслевых географических задач.

4. Тематический план для студентов

№ п/п	Раздел дисциплины	Аудиторные занятия (часов)			СР
		В том числе			
		Всего	Л	ЛБ	
1	Введение. История аэро- и космических съемок.	12	3	6	3
2	Методы аэро- и космических съемок, их использование для целей землеустройства и земельного кадастра.	12	3	6	3
3	Параметры и технические характеристики съемок.	12	3	6	3
4	Оптимизация элементов съёмочной системы, параметров и условий съемки.	12	3	6	3
5	Дешифрирование снимков при составлении сельскохозяйственных и кадастровых планов.	12	3	6	3
6	Обработка одиночных снимков. Технология цифровой обработки одиночных снимков или их фрагментов, цифровая стереофотограмметрическая обработка снимков.	12	3	6	3
7	Первичные и вторичные информационные модели и их использование в землеустройстве.	9	6		3
8	Подготовка к экзамену	27			27
	Итого:	108	24	36	48

5. Виды учебной деятельности

Лекции

1. Введение. Факторы, влияющие на дешифровочные свойства аэрокосмических снимков. Становление и внедрение аэрокосмических методов. История аэро- и космических съемок. Современный этап развития аэрокосмических методов в России и за рубежом.

2. Виды и методы аэрокосмических съемок земной поверхности. Параметры и технические характеристики съемок. Аппаратура космической съемки. Материалы аэрокосмической съемки. Электромагнитное излучение него свойства. Спектральная отражательная способность. Пространственная отражательная способность. Изменчивость ландшафтов во времени.

3. Материалы аэрокосмических съемок. Масштаб и пространственное разрешение. Диапазон регистрируемого излучения. Технологические способы получения снимков.

4. Дешифровочные признаки. Прямые дешифровочные признаки. Косвенные дешифровочные признаки. Индикационное дешифрирование. Дешифрирование снимков при составлении сельскохозяйственных и кадастровых планов. Дешифровочные признаки объектов и явлений.

5. Технология и методика дешифрирования. Технологическая схема процесса дешифрирования. Полевое дешифрирование. Наземное дешифрирование. Аэровизуальное дешифрирование. Подспутниковые наблюдения. Камеральное дешифрирование. Методы камерального дешифрирования. Обработка одиночных снимков. Оценка динамики. Прогнозы. Технология цифровой обработки одиночных снимков или их фрагментов, цифровая стереофотограмметрическая обработка снимков.

6. Визуальное дешифрирование. Восприятие изображения при визуальном дешифрировании. Приборы для визуального дешифрирования. Методика визуального дешифрирования многозональных снимков.

7. Дешифрирование цифровых снимков. Понятие о цифровой снимке. Яркостные преобразования цифрового снимка. Методы автоматизированного дешифрирования многозональных снимков. Неконтролируемая классификация. Контролируемая классификация. Составление карты по цифровым снимкам.

Лабораторные занятия (интерактивы)

Лабораторная работа 1

Топографическое дешифрирование населенного пункта по аэрофотоснимкам

Цель задания — получить навыки визуального дешифрирования крупномасштабных аэрофотоснимков на примере топографического дешифрирования населенного пункта.

Материалы:

1. Аэрофотоснимок масштаба 1:7000.
2. Альбом образцов топографического дешифрирования аэроснимков. М.: ЦНИИ-ГАиК, 1966 г.
3. Условные знаки для топографических карт масштаба 1:10000, 1993 г.

Многие элементы содержания государственной топографической карты масштаба 1:10000, в частности на территорию населенных пунктов, могут быть составлены по аэрофотоснимкам в камеральных условиях. Однако обязательным является проведение и полевого дешифрирования, в процессе которого уточняется ситуация и наносятся объекты, не изобразившиеся на снимке из-за малых размеров или появившиеся после проведения съемки.

Задание выполняется на примере части малого города, имеющего структуру, близкую к структуре сельского населенного пункта: преобладает одноэтажная индивидуальная застройка с приусадебными участками, но в центре есть кварталы с многоэтажными домами. Отличительная особенность населенного пункта — многочислен-

ные садовые деревья на приусадебных участках и в кварталах многоэтажной застройки, что обусловлено климатическими условиями территории. Сельскохозяйственные поля с посевами преимущественно хлопчатника подходят вплотную к городу, а некоторые из них располагаются даже внутри кварталов.

Единственное промышленное предприятие в этой части города — хлопкоприемный пункт, где ведется предварительная обработка (сушка) хлопка-сырца и его хранение. Территория предприятия огорожена, на ней бессистемно располагаются крупные здания. Часть территории отведена под складирование собранного хлопка.

Важное значение в развитии города имеет железная дорога со станцией. Здесь происходит перевалка грузов, поступающих автотранспортом, на железную дорогу, поэтому отличительной особенностью населенного пункта является большое количество складских помещений вблизи станции. От станции отходят две железнодорожные ветки: одна кончается на территории предприятия, другая у крупного склада.

Для территории характерна развитая оросительная сеть: каналы и арыки, по которым вода поступает на поля, и система коллекторов, собирающих использованную воду. Вдоль них посажены деревья и кустарники. Почвенный покров представлен орошаемыми сероземами.

Порядок выполнения работы:

1. Рассмотреть изображение города на снимке и найти изображения железной дороги, станции, пристанционных построек; промышленного предприятия (хлопкоприемного пункта), складов, предприятия сельскохозяйственной техники, автостанции; жилых кварталов с многоэтажной и одноэтажной застройкой, строящихся зданий, стадиона, кладбища; водонапорной башни, шоссе вне пределов города, канала, мостов; садов, виноградников, полей под технической культурой хлопчатником. Определить, по каким де-шифровочным признакам распознаются объекты. Ознакомиться с образцами изображения населенных пунктов на топографических картах в Альбоме образцов топографического дешифрирования аэроснимков, уделив особое внимание изображению малых городов.

2. Выполнить дешифрирование фрагмента аэрофотоснимка. Оформить результаты в соответствии с Условными знаками для топографических карт масштаба 1:10 000.

Лабораторная работа 2

Составление орографической схемы по стереопаре космических снимков

Цель задания — освоить дешифрирование горного рельефа на мелкомасштабных космических снимках, приобрести навыки дешифрирования при использовании стереоскопа.

Материалы. 1. Стереопара космических снимков с КК «Союз-22», увеличенных до масштаба 1:1 000 000. Космические снимки получены многозональной фотографической камерой МКФ-6. Съемка велась в шести каналах: четырех в видимой части спектра и двух — в ближней инфракрасной. Для выполнения задания взяты снимки в красной съемочной зоне. Пространственное разрешение снимков в видимой части спектра составляет 18—20 м., продольное перекрытие — 80%.

2. Гипсометрическая карта масштаба 1:1 500 000 из Атласа Таджикской ССР изд. 1968 г.

Одним из источников при создании гипсометрических, орографических карт могут служить космические снимки. По ним можно выявлять орографический план региона, выделять главные и второстепенные хребты, их сочленения. Стереопары космических снимков высокого разрешения могут быть использованы для определения в горных районах водоразделов, речных бассейнов разного порядка.

Задание выполняется на примере снимков с изображением восточной части Памиро-Алая и западной части Памирского нагорья — хребтов Алайского, Заалайского, Петра Первого, Дарвазского, Академии наук, образующих сложную горную систему. Гребни хребтов превышают 4500 м, а отдельные вершины — 6000 м. В хребте Акаде-

мии наук находится самая высокая в Средней Азии вершина Пик Коммунизма (7482 м). Снеговая линия расположена на исключительно больших высотах (4400—5200 м), и, как следствие

Рельеф характеризуется большой глубиной расчленения и крутизной склонов ущелий с обнаженными скалами и громадными осыпями. Гребни хребтов резкие, с типичными для горно-ледникового рельефа острыми пиками. Севернее подножий Заалайского хребта располагается межгорная впадина — Алайская долина, рельеф которой сформирован четвертичными моренами. Ущельем р. Кизилкол она отделяется от еще одного равнинного участка с коренным рельефом — урочища Ляхш в долине реки Мургаб.

Большинство рек на территории — истоки Амударьи. Исключение составляют водотоки в северо-западной части снимка, текущие в реки Сох бассейна Сырдарьи.

Порядок выполнения работы:

1. С помощью стереоскопа получить стереомодель рельефа Северного Памира по паре космических снимков.

2. Отдешифровать при стереоскопическом наблюдении крупные речные долины, а затем основные хребты, следуя линиям водоразделов.

3. Составить орографическую схему, показать на ней основные реки, главные и боковые хребты.

4. Сопоставив результаты дешифрирования с гипсометрической картой из Атласа Таджикской ССР, подписать на составленной схеме названия рек и хребтов. Выявить несоответствия в изображении хребтов и ледников на космическом снимке и карте.

Лабораторная работа 3

Дешифрирование овражно-балочной сети на стереопаре аэрофотоснимков и разномасштабных космических снимках

Цель задания — освоить дешифрирование эрозионного рельефа, оценить влияние на его дешифрируемость сезонных изменений ландшафтов и масштаба снимков.

Материалы.

1. Стереопара аэроснимков масштаба 1:60 000. Аэрофотоснимки получены топографическим аэрофотоаппаратом ТЭС-5 с фокусным расстоянием 50 мм 13 мая 1975 г.

2. Фрагмент космического снимка MSS/Landsat в ближней инфракрасной съемочной зоне (0,7—0,8 мкм), увеличенный до масштаба 1:300 000 (рис. 4). Многоканальная сканерная система MSS спутника Landsat-3 (США) регистрировала отраженное солнечное излучение в четырех съемочных зонах: 0,4—0,5; 0,5—0,6; 0,6—0,7 и 0,7—0,8 мкм. Размер пиксела 80×80 м. Дата съемки — 20 мая 1974 г.

3. Фрагмент космического снимка КАТЭ-1000 в масштабе 1:200 000 (рис. 5). Фотографическая камера КАТЭ-1000 спутника Метеор-Природа вела съемку на черно-белую

(разрешение 5—7 м) и цветную спектральнозональную (разрешение 10-12 м) пленки в масштабе 1:200 000. Дата съемки — июнь 1976 г.

Аэрокосмические снимки служат ценным источником для изучения и картографирования эрозионного расчленения территории. Стереоскопическое наблюдение аэроснимков позволяет отдешифровать даже относительно мелкие формы эрозионного рельефа, определить их особенности. Космические снимки имеют преимущества при выявлении эрозионных систем, определении границ водосборных бассейнов.

Надежность дешифрирования форм эрозионного рельефа существенно зависит от сезона съемки: залесенные эрозионные формы уверенно дешифрируются на раннелетних снимках, до момента появления листвы на деревьях. Сезонный снег долго не тает в узких глубоких оврагах и на склонах северной экспозиции балок, тем самым способствуя их распознаванию. В степных районах весной и осенью, когда большая часть сельскохозяйственных полей представляет вспаханную почву, формы эрозионного рельефа читаются даже на снимках относительно низкого разрешения благодаря изобра-

жению луговой растительности на дне и склонах. В особенности это относится к снимкам в ближней инфракрасной части спектра.

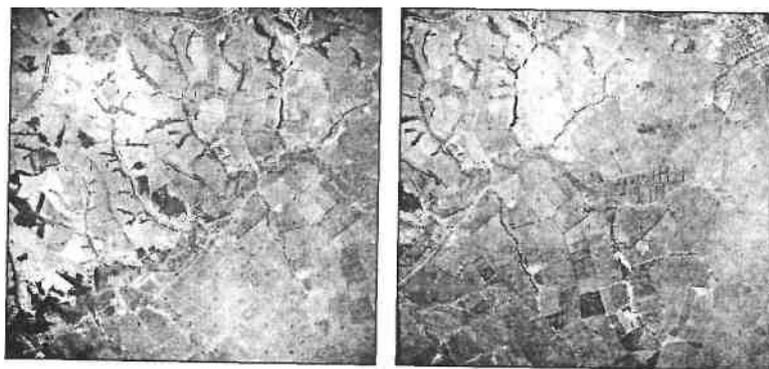


Рис. 1. Стереопара из двух аэрофотоснимков с изображением участка в междуречье Дона и Днепра

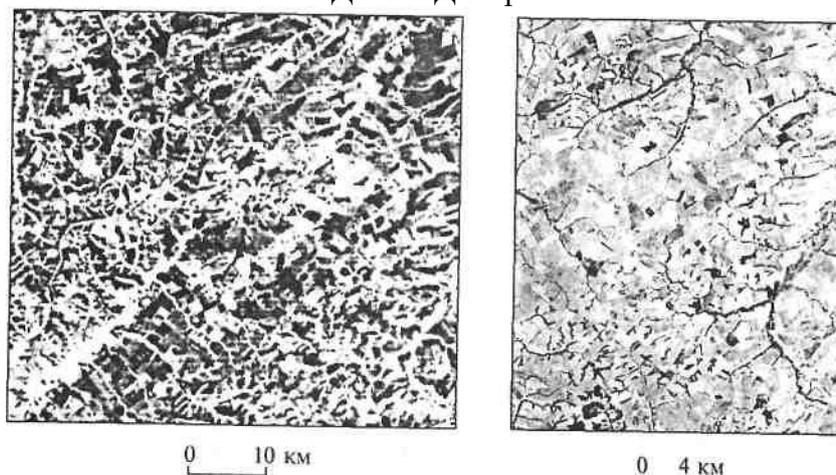


Рис. 2. Изображение того же участка на увеличенном фрагменте космического снимка MSS/Landsat в ближней инфракрасной съемочной зоне

Рис. 3. Изображение того же участка на увеличенном фрагменте космического снимка КФА-1000/Ресуре Ф в красной съемочной зоне

На стереопаре аэрофотоснимков изображена территория в верховьях бассейна реки Рать (южнее г. Щигры Курской обл.). Эрозионный рельеф типичен для Среднерусской возвышенности. В начале XX в. массовая распашка плодородных земель привела к активизации эрозионных процессов, образовались многочисленные овраги. Целый ряд мер имеет целью предотвратить дальнейшее развитие эрозии. Небольшие массивы леса в верховьях оврагов тщательно охраняются от вырубок. Склоны и днища балок не распахиваются, заняты луговой растительностью и используются под выпас скота. В качестве противоэрозионного мероприятия применяется также запруживание речек и ручьев, поэтому в отдельных балках прослеживаются цепочки прудов.

На черно-белых аэрофотоснимках темно-серым тоном изобразились лесная растительность и водные объекты. В весеннее время посевы на большинстве сельскохозяйственных полей только начинают вегетировать, а потому поля имеют на снимках светлый тон изображения. Исключение составляют поля со свежей вспашкой: они изобразились темно-серыми, поэтому почти не отличаются от водных объектов (прудов). Задернованные склоны балок, как правило, имеют более темный тон, чем сельскохозяйственные поля, а их днища переувлажнены и выделяются еще более темным изображением. Косвенным дешифровочным признаком коренных берегов балки или реки могут служить приуроченные к ним сельские населенные пункты.

Фрагменты космических снимков охватывают более обширную территорию на водоразделе рек Днепра, Донца и Дона. Снимок КАТЭ-1000 получен почти в тот же се-

зон, что и аэрофотоснимки, поэтому на черно-белом отпечатке со спектрально-зональной съемки объекты имеют сходные дешифровочные признаки. Дополнительным признаком эрозионных форм рельефа служит характерный древовидный рисунок, отчетливо читающийся на снимке благодаря большому охвату территории.

Снимок MSS/Landsat имеет значительно более низкое разрешение, но благодаря удачному времени съемки и использованию снимка в ближнем инфракрасном участке спектра оказывается пригодным для дешифрирования овражно-балочной сети. Съемка выполнена в мае, когда посевы яровых культур еще не взошли и большая часть распаханых полей изображается как открытая почва — черноземы. Травянистая растительность в балках активно вегетирует, на снимке в ближней инфракрасной зоне ее изображение имеет очень светлый тон, что и дает возможность распознавать эрозионную сеть. Такой же тон имеют и другие вегетирующие растения: отдельные небольшие по площади участки леса, поля под посевами озимых культур, которые, однако, отличаются от балок, имеющих линейную форму. Линейную форму и очень светлый фототон изображения из-за тянущихся вдоль них лесопосадок имеют также железные и автомобильные дороги, но они отличаются от балок, имеющих древовидный рисунок изображения, своей формой, почти правильной геометрической. Железные дороги проложены, как правило, по водоразделам или по склонам крупных балок.

Порядок выполнения работы:

1. Пользуясь стереоскопом, отдешифрировать на аэрофотоснимках овражно-балочную сеть: долину реки, балки, овраги, а также леса в верховьях эрозионных форм.

2. На фрагменте космического снимка MSS/Landsat опознать участок, изображенный на аэрофотоснимках. Использовать отдешифрированный снимок в качестве эталона, т.е. сопоставив изображение на том и другом снимках, выявить дешифровочные признаки эрозионных форм на космическом снимке. Выполнить дешифрирование долинно-балочной сети.

3. Проверить достоверность дешифрирования космического снимка среднего разрешения, используя для этого фрагмент космического снимка высокого разрешения КФА-1000. Выявить особенности изображения эрозионной сети на снимках разного разрешения.

Лабораторная работа 4

Дешифрирование горно-таежных лесов Приохотья на снимках разных масштабов

Цель задания — освоить дешифрирование растительного покрова, методику камерального дешифрирования по эталонам и визуального дешифрирования многозональных снимков, усвоить закономерности генерализации аэрокосмического изображения на разномасштабных снимках.

Материалы.

1. Два зональных аэрофотоснимка масштаба 1:25 000 в тех же съемочных зонах. Аэрофотосъемка выполнена 4 октября 1980 г. многозональной камерой, полностью аналогичной камере, выполнявшей космическую съемку.

2. Два зональных космических снимка в красной (0,66 мкм) и ближней инфракрасной (0,81 мкм) съемочных зонах, увеличенные до масштаба 1:250 000. Космические снимки получены с космического корабля «Союз-22» 18 сентября 1976 г. многозональной фотографической системой МКФ-6 в шести съемочных зонах. Масштаб съемки 1:2 000 000, разрешение около 20 м.

3. Стереопара черно-белых (изопанхроматических) аэрофотоснимков масштаба 1:100 000 (рис. 8). Аэрофотосъемка выполнена 4 октября 1980 г. топографической камерой ТЭС-5.

4. Кривые спектральной яркости основных пород леса, произрастающих в Приохотье, полученные в результате осреднения многочисленных фотометрических измерений изображения растительности на зональных аэрофотоснимках.

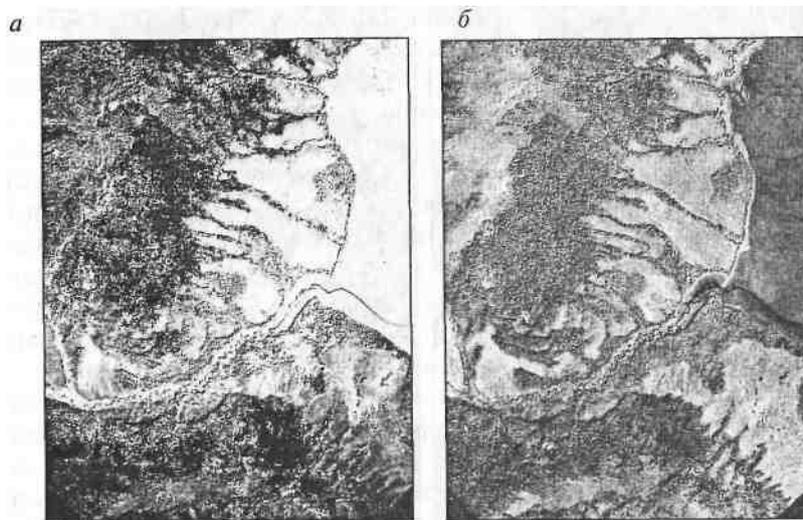


Рис. 4. Пример зональных аэрофотоснимков масштаба 1:25 000 участка Охотского побережья:

a — красная съёмочная зона; *б* — ближняя инфракрасная съёмочная зона

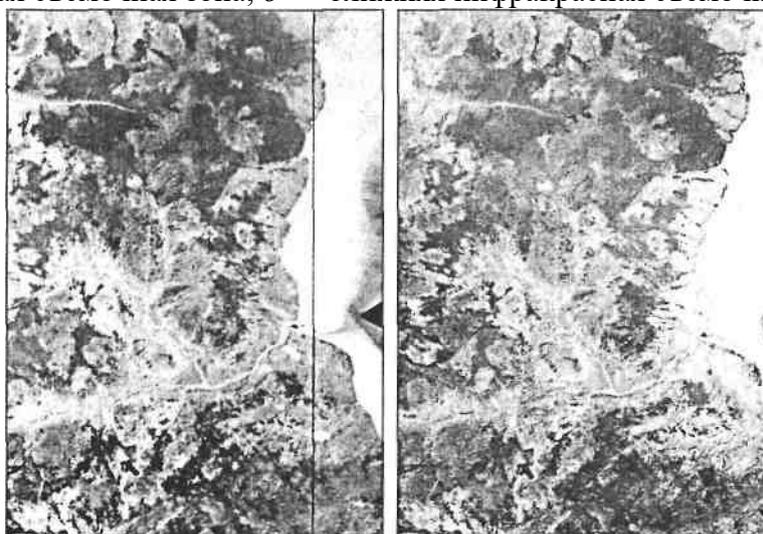


Рис. 5. Стереопара аэрофотоснимков масштаба 1:100 000 с изображением того же участка

Основными факторами, определяющими дешифрируемость растительности на аэрокосмических снимках, являются спектральные отражательные свойства и их сезонная изменчивость. Вегетирующая растительность имеет специфические спектральные отражательные свойства: в зеленом и особенно в ближнем инфракрасном участках спектра максимумы отражения, а в синем и красном участках растения минимумы. Вследствие этих свойств наилучшими для дешифрирования растительности оказываются многозональные снимки, а спектральный образ (зональная яркость в виде графика) может служить дешифровочным признаком. Спектральные свойства растений изменяются в зависимости от стадии вегетативного развития, поэтому в течение года сообщества растительности различаются между собой по-разному. Породный состав лесной растительности в наилучшей степени распознается на снимках, сделанных осенью, в период пожелтения листьев.

Задание выполняется на примере трех участков на юго-западном побережье Охотского моря. Рельеф представлен равнинами (древними морскими террасами) и массивами средних и низких гор (до 2100 м) с выраженной высотной поясностью. На равнинных участках повсеместно развита многолетняя мерзлота, которая является причиной формирования специфического вида осоково-сфагновых болот с угнетенным

лиственничным редколесьем, так называемых марей. Нижние склоны гор заняты хвойными лесами. Главная порода — лиственница, чаще даурская, отличающаяся большой приспособляемостью к условиям местообитания. *Лиственничники* всегда характеризуются редким и светлым древостоем, поэтому при низком солнце между кронами деревьев просматриваются тени. Чистые лиственничники встречаются относительно редко, в большинстве случаев они осложняются примесью ели аянской, которая встречается и в виде чистых выделов. *Ель аянская* теневынослива и образует густые, сомкнутые древостой, поэтому ветви с хвоей сохраняются лишь в привершинной части деревьев. Выше границы распространения тайги расположен пояс *кедрового стланика* с отдельными редкими лиственницами. Зимой стланик полностью покрывается снегом, благодаря чему на склонах прибрежных хребтов, обращенных к холодным ветрам с моря, его заросли спускаются до самых подножий.

К середине сентября в Прихотье хвоя лиственницы желтеет, а ель и стланик сохраняют ее зеленой. Мари в это время имеют красновато-бурый аспект из-за принявших осеннюю окраску листьев карликовых берез и кустарничков. От состояния растений зависит их спектральная яркость. В *красном участке спектра* желтая хвоя лиственницы имеет высокую яркость, в то время как хвоя стланика из-за поглощения лучей этого участка спектра хлорофиллом — низкую. Ель из-за относительно малой доли хвои в интегральной яркости насаждений в целом имеет самую низкую яркость, благодаря чему ельники уверенно отделяются от лиственничников. В *ближнем инфракрасном участке спектра* наибольшей яркостью обладает стланик, в то время как насаждения лиственницы с пожелтевшей хвоей и густые ельники имеют значительно меньшую яркость и плохо различаются одни от других.

Порядок выполнения работы:

1. Определить дешифровочные признаки основных видов растительности на аэрофотоснимках в красной и ближней инфракрасной съемочных зонах по результатам анализа кривых спектральной яркости. Выполнить дешифрирование породного состава лесов, выделив еловые (1), лиственничные (2), смешанные елово-лиственничные (3) леса; заросли кедрового стланика чистые (4) и в сочетании с лиственницей (5), мари (6).

2. На стереопаре аэрофотоснимков масштаба 1:100 000 опознать участок, изображенный на крупномасштабном снимке. Используя в качестве эталона результаты дешифрирования, выполненного на первом этапе, установить дешифровочные признаки растительных объектов на мелкомасштабном черно-белом аэрофотоснимке и выполнить дешифрирование в пределах участка, отмеченного на пластике.

3. На фрагментах космических снимков в красной и ближней инфракрасной съемочных зонах опознать участок, отдешифрированный на предыдущем этапе работы, и выполнить дешифрирование породного состава лесов в его пределах.

4. Сопоставив результаты дешифрирования породного состава лесной растительности на разномасштабных снимках, выявить особенности обобщения содержательной и контурной составляющих изображения при переходе от масштаба к масштабу.

Лабораторная работа 5

Дешифрирование использования земель по космическому снимку

Цель задания — освоить дешифрирование использования земель по космическому снимку высокого разрешения, усвоить особенности изображения объектов в зависимости от сезона съемки и варианта цветного синтеза многозонального снимка.

Материалы. Фрагменты многозональных космических снимков, полученных 4 мая 2001 г. и 16 октября 1999 г. на территорию Московской и Калужской обл., в масштабе 1:100 000.

Снимки получены сканерной съемочной системой ETM+ со спутника Landsat 7, выполняющей съемку в восьми каналах видимого, ближнего инфракрасного и теплового инфракрасного диапазонов спектра электромагнитных колебаний. Размер пиксела 30 м, ширина полосы охвата 185 км. Для выполнения задания используются цветные синтезированные изображения, вариант синтеза которых представлен в таблице.

Съемочные каналы	Цвет, присвоенный при синтезе
4 (0,76-0,90 мкм)	Красный
3 (0,63-0,69 мкм)	Зеленый
2 (0,52-0,60 мкм)	Синий

К землям сельскохозяйственного использования относятся пашни и естественные кормовые угодья, используемые как сенокосы и пастбища, а также участки садово-огородных товариществ.

Пахотные земли в целом отличает прямолинейность и угловатость границ. На космических снимках высокого разрешения изображение пашни может иметь слабо выраженную полосчатую структуру. Это относится, прежде всего, к полям с посевами пропашных культур. На достоверность дешифрирования пахотных земель влияют размеры полей и форма их нарезки. Если для равнинных степных территорий, сплошь распаханых, характерен крупный размер и прямоугольная нарезка полей севооборотов, то в лесной зоне и при расчлененности рельефа полям свойственна неправильная форма и меньшие размеры. В лесной и лесостепной зоне участки пашни чередуются с другими видами угодий.

Характерная особенность изображения пашни на представленных снимках — пестрота цвета, обусловленная составом и состоянием сельскохозяйственных культур. Весной в начале мая поздние яровые и пропашные культуры еще не посеяны, а ранние яровые культуры находятся на стадии всходов и проективное покрытие почвы на полях под этими культурами очень низкое. В то же время на полях под озимыми растения начали активную вегетацию, проективное покрытие на них может быть достаточно высоким, а, следовательно, цвет изображения более насыщенным. Осенью, в середине октября, на большей части полей урожай убран, на части из них осталась стерня с сорняками, другая часть распахана под посев будущего года, а на некоторых уже появились всходы озимых культур. В то же время урожай пропашных культур (картофеля, свеклы) еще не полностью убран и цвет изображения полей определяется растительностью, а не почвой.

Естественные кормовые угодья — сенокосы и пастбища на космических снимках разделить невозможно, тем более что, как правило, и для сенокосения, и для выпаса скота используются одни и те же участки территории. В лесной зоне это, прежде всего, пойменные луга, а также поляны в лесу. Под выпас скота используют и относительно небольшие массивы редкостойных лиственных лесов. В отличие от пашни земли этого типа не имеют четких границ, их изображение обычно однотонное и бесструктурное. Важным косвенным признаком дешифрирования является их приуроченность к днищам речных долин или расположению внутри лесных массивов. Поскольку в составе луговой растительности преобладают многолетние травы, естественные кормовые угодья и в мае, и в октябре имеют одинаковый аспект, и их изображение на снимках выглядит одинаково.

Участки садово-огородных товариществ и дачные поселки, широко распространенные в Московской области и граничащих с ней областях, — особый вид сельскохозяйственного использования земель. Эти участки дешифрируются на космических снимках высокого разрешения по ряду признаков: прямолинейные границы участка в целом, мелко структурное изображение, сформированное сочетанием близко расположенных домов, садовых деревьев, огородов. В отличие от сельских населенных пунктов здесь, как правило, отсутствуют широкие улицы и ряды строений вдоль них из-за небольшого размера и относительно хаотичного расположения отдельных домов. Растительность здесь не образует относительно крупных массивов, как в пределах городских территорий, на снимках она имеет вид мелких вкраплений.

Лесными землями принято считать земли, занятые лесной растительностью: леса, редколесья, кустарники, поросль леса — сюда же относят вырубки. Обычно лесные земли дешифрируются на снимках достаточно достоверно. На космических снимках даже высокого разрешения основным признаком изображения лесов служит цвет (или тон, оттенки серого цвета на черно-белых снимках). Хвойные насаждения, как правило, изображаются более темными, чем лиственные. Особенно четко различаются насаждения лесных пород в осеннее время, в период пожелтения листвы.

На территории, изображенной на снимках, лесные насаждения существенно различаются по занимаемой площади: для территорий с малоплодородными почвами на моренных суглинках типичны крупные массивы леса, а для территорий с более плодородными почвами, а потому значительно освоенными в сельскохозяйственном отношении, — небольшие участки леса, обычно приуроченные к эрозионным формам рельефа. Внутри изображения крупных лесных массивов можно видеть чередование участков с прямолинейными границами и разной насыщенностью цвета. Так изображаются зарастающие лесной растительностью старые вырубки.

Селитебными землями принято называть территории, занятые населенными пунктами. Обычно их делят на городские и сельские. Если позволяет масштаб, среди городских земель выделяют, в свою очередь, жилую застройку, промышленные зоны, лесные и парковые зоны и т.д. Космические снимки высокого разрешения позволяют дешифрировать практически все населенные пункты. Распознаются они, прежде всего, по характерной структуре изображения: в большей или меньшей степени регулярному чередованию элементов. У городских земель более четко выражен рисунок улиц, а зеленые насаждения образуют относительно крупные массивы компактной формы. Улицы сельских населенных пунктов, как правило, не очень крупных на рассматриваемой территории, за исключением главной, читаются не очень уверенно, а изображение приусадебных участков не всегда отличается от изображения пахотных земель, что затрудняет распознавание границы населенного пункта.

К отдельному типу транспортного использования земель принято относить железные и автомобильные дороги, линии электропередачи, трубопроводы. Чем выше класс такого рода объектов, тем шире полоса отвода земель. Например, к полосе отвода железной дороги относятся лесополосы вдоль нее, в полосе отвода ЛЭП могут располагаться участки садово-огородных товариществ. Земли транспортного использования дешифрируются по их линейной форме. Железные и магистральные автодороги отличаются от других объектов плавными, с большим радиусом кривизны, поворотами, но при этом они часто различаются по цвету: первые изображаются более темными, а в случае широких лесополос и цветом изображения растительности, а вторые — светлыми из-за асфальтового покрытия и примыкающих к нему полос щебенки. Изображение грунтовых дорог может различаться в зависимости от цвета почвенного покрова, но, как правило, они выделяются более светлым цветом на окружающем фоне.

Порядок выполнения работы.

1. Выполнить на двух фрагментах космических снимков, относящихся к разным сезонам, дешифрирование использования земель. *Сельскохозяйственные земли*: пашня (С1), сенокосы и пастбища (С2), садово-огородные участки (С3); *Лесные земли*: хвойные леса (Л4), лиственные леса и кустарники (Л5); *Селитебные земли*: города (НП1), поселки городского типа и сельские населенные пункты (НП2); *Транспортные земли*: железные дороги (ЖД), автомагистрали (ШД), прочие дороги (Д), линии электропередачи (ЛЭП). При выполнении работы иметь в виду следующее: 1) не все названные в легенде объекты встречаются на каждом из представленных фрагментов снимков; 2) пахотные земли выделяются без показа границ отдельных полей; 3) ценз отбора объектов для изображения — 4 мм².

Самостоятельная работа студентов

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Электромагнитное излучение и окна прозрачности атмосферы.

2. Спектральная отражательная способность объектов.
3. Приемники излучения.
4. Съёмки в световом диапазоне с разных высот.
5. Индикационное дешифрирование.
6. Автоматизированный метод обработки видеоинформации.
7. Программные средства обработки пространственной информации.
8. Примеры практического использования цифровых методов.

Примерная тематика рефератов

1. Аэрокосмические снимки Земли. Основы их дешифрирования.
2. Цифровые методы обработки аэрокосмических изображений.
3. Использование аэро- и космических снимков для отраслевых географических задач (на примере сельскохозяйственных земель и форм их нарушенности).
4. Решение ряда задач на основе использования аэро- и космических снимков.
5. Эффективность использования аэрокосмических снимков для решения задач земельного кадастра.
6. Инфракрасные и радиолокационные методы исследования сельскохозяйственных угодий.

6.Фонд оценочных средств

Компетенция	Этапы формирования (семестр)	Дисциплины, практики, НИР, ГИА	Критерии	Показатели (по уровням)
ОПК-3 -способность использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами	6	Б1.В.16 «Фотограмметрия и дистанционное зондирование»	Знаниевый	<p>Отлично: всестороннее и глубокое знание материала, предусмотренного программой, в срок и на высоком уровне выполнивший практические работы, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой, знающий основные закономерности сферы фотограмметрии и взаимосвязи между ее отдельными компонентами.</p> <p>Хорошо: полное знание учебного материала, предусмотренного программой, успешно выполнившего лабораторные работы, усвоившему основную литературу, рекомендованную по программе, знающему основы современной фотограмметрии и взаимосвязи между компонентами, умеющему сопроводить ответ примерами.</p> <p>Удовлетворительно: правильно, но не твердо знающий основной материал, предусмотренный программой, освоивший выполнение лабораторных работ, не знающий примеров взаимодействия компонентов современной фотограмметрии. Ответ базируется только на лекционном материале и учебнике, работа с планами и фотограмметрическим материалом осуществляется с трудом и с некоторыми ошибками.</p> <p>Неудовлетворительно: выставляется студенту, в значительной степени не усвоившему материал, предусмотренный программой, не знающему основных закономерностей современной фотограмметрии и взаимодействия ее компонентов, не владеющему навыками практической работы, не умеющему работать с картами и планами.</p>
			Деятельностный	<p>Отлично: умеет на основе анализа фотограмметрической информации оценивать и прогнозировать состоя-</p>

				<p>ние природно-территориальных и социально-экономических комплексов, владеет теоретическими и практическими навыками освоения дисциплины, навыками самостоятельной работы.</p> <p>Хорошо: в основном умеет на основе анализа фотограмметрической информации оценивать и прогнозировать состояние природно-территориальных и социально-экономических комплексов, владеет теоретическими и практическими навыками освоения дисциплины, навыками самостоятельной работы.</p> <p>Удовлетворительно: недостаточно умеет на основе анализа фотограмметрической информации оценивать и прогнозировать состояние природно-территориальных и социально-экономических комплексов, владеет теоретическими и практическими навыками освоения дисциплины, навыками самостоятельной работы.</p> <p>Неудовлетворительно: не умеет на основе анализа фотограмметрической информации оценивать и прогнозировать состояние природно-территориальных и социально-экономических комплексов, не владеет теоретическими и практическими навыками освоения дисциплины, навыками самостоятельной работы.</p>
ПК-8 -способность использовать знание современных технологий сбора, систематизации, обработки и учета информации об объектах недвижимости современных географических и земельно-информационных	6	Б1.В.16 «Фотограмметрия и дистанционное зондирование»	Знаниевый	<p>Отлично: знает современные программные средства позволяющие получать доступ к базам данных и библиотекам спутниковых цифровых и аналоговых снимков, аэрофотоснимкам, знает отечественные и зарубежные программные продукты, средства и технологии по сбору, систематизации, обработке и учету информации об объектах недвижимости в современных географических и земельно-информационных системах (далее - ГИС и ЗИС). Знаком со средствами автоматизации. Уверенно характеризует функции изученных программных продуктов, самостоятельно подбирает аналоговые программы и программы конверторы. Знает системные требования современного компьютерного обеспечения в сфере</p>

<p>системах (далее - ГИС и ЗИС)</p>				<p>фотограмметрии и дистанционного зондирования земли. Хорошо: знает современные программные средства позволяющие получать доступ к базам данных и библиотекам спутниковых цифровых и аналоговых снимков, знает отечественные и зарубежные программные продукты, средства и технологии по сбору, систематизации, обработке и учету информации об объектах недвижимости в современных географических и земельно-информационных системах (далее - ГИС и ЗИС). Знаком со средствами автоматизации. Уверенно характеризует функции изученных программных продуктов, самостоятельно программы конверторы. Знает системные требования современного компьютерного обеспечения в сфере фотограмметрии и дистанционного зондирования земли. Удовлетворительно: знает современные программные средства позволяющие получать доступ к базам данных и библиотекам спутниковых цифровых и аналоговых снимков, знает отечественные и зарубежные программные продукты, средства и технологии по сбору, систематизации, обработке и учету информации об объектах недвижимости в современных географических и земельно-информационных системах (далее - ГИС и ЗИС). Знаком со средствами автоматизации, хотя при осуществлении межмодульных связей допускает теоретические ошибки. Характеризует функции изученных программных продуктов, программ конверторов. Знает системные требования современного компьютерного обеспечения в сфере фотограмметрии и дистанционного зондирования земли. Неудовлетворительно: не знает современные программные средства позволяющие получать доступ к базам данных и библиотекам спутниковых цифровых и аналоговых снимков, не знает отечественные и зарубежные программные продукты, средства и технологии по сбору, систематизации, обработке и учету информации об объектах недвижимости в современных географических</p>
-------------------------------------	--	--	--	--

				<p>и земельно-информационных системах (далее - ГИС и ЗИС). Не знаком со средствами автоматизации, или при осуществлении межмодульных связей допускает серьезные теоретические и практические ошибки. Затрудняется охарактеризовать функции изученных программных продуктов, программ конверторов. Не знаком с системными требованиями современного компьютерного обеспечения в сфере фотограмметрии и дистанционного зондирования земли.</p>
			<p>Деятельностный (уметь, владеть)</p>	<p>Отлично: умеет использовать знание современных технологий сбора (Yandex, Google, Here, NASA и др.), систематизации (Microsoft Office Excel, Microsoft Office Access, Txt и др.) обработки и учета информации (Нева, ArcGIS, Openstreetmap и др.) об объектах недвижимости в современных географических и земельно-информационных системах (далее - ГИС и ЗИС). Умеет проводить оцифровку, автоматическую, полуавтоматическую и неавтоматическую обработку данных. Самостоятельно определяет оптимальный путь построения межмодульных связей. Владеет технологией конвертации информации. Самостоятельно подбирает программные аналоги.</p> <p>Хорошо: умеет использовать знание современных технологий сбора (Yandex, Google, Here, NASA и др.), систематизации (Microsoft Office Excel, Microsoft Office Access, Txt и др.) обработки и учета информации (Нева, ArcGIS, Openstreetmap и др.) об объектах недвижимости в современных географических и земельно-информационных системах (далее - ГИС и ЗИС). Умеет проводить оцифровку, автоматическую и полуавтоматическую обработку данных. Умеет определять оптимальный путь построения межмодульных связей. Владеет технологией конвертации информации.</p> <p>Удовлетворительно: Умеет использовать знание современных технологий сбора (Yandex, Google, Here, NASA и</p>

				<p>др.), систематизации (Microsoft Office Excel, Microsoft Office Access, Txt и др.) обработки и учета информации (Нева, ArcGIS, Openstreetmap и др.) об объектах недвижимости в современных географических и земельно-информационных системах (далее - ГИС и ЗИС), хотя на практике допускает некоторые ошибки, неточности при оформлении. Умеет проводить оцифровку, автоматическую обработку дан-ных. Владеет технологией конвертации информации.</p> <p>Неудовлетворительно: не умеет использовать знание современных технологий сбора (Yandex, Google, Here, NASA и др.), систематизации (Microsoft Office Excel, Microsoft Office Access, Txt и др.) обработки и учета информации (Нева, ArcGIS, Openstreetmap и др.) об объектах недвижимости в современных географических и земельно-информационных системах (далее - ГИС и ЗИС), на практике допускает серьезные ошибки, неточности при оформлении. Не умеет проводить оцифровку, автоматическую обработку данных. Не владеет технологией конвертации информации.</p>
--	--	--	--	---

Оценочные средства (примеры)

Компетенция	Контроль
ОПК-3 способность использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами	Вопросы и задания Лабораторно-практических работ, с. 8–23. Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы, с. 13. Экзаменационные вопросы по курсу, с. 14.
ПК-8 способность использовать знание современных технологий сбора, систематизации, обработки и учета информации об объектах недвижимости современных географических и земельно-информационных системах (далее - ГИС и ЗИС)	Вопросы и задания Лабораторно-практических работ, с. 8–23. Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы, с. 13. Экзаменационные вопросы по курсу, с. 14.

Вопросы к экзамену

1. Становление и внедрение аэрокосмических методов.
2. Предмет, применение и достоинства фотограмметрии.
3. Общая характеристика наземной фототопографической съемки.
4. Главные точки и линии на наземном снимке.
5. Элементы ориентирования наземных снимков.
6. Основные виды наземной съемки.
7. Полевые работы при наземной фототопографической съемке.
8. Камеральные работы при наземной фототопографической съемке.
9. Стереоскомпаратор, его назначение и устройство.
10. Виды аэрокосмической съемки.
11. Виды аэрофотосъемки.
12. Аэрофотосъемочное оборудование.
13. Расчет основных параметров аэросъемки.
14. Оценка качества материалов АФС.
15. Главные точки и линии на аэроснимке.
16. Элементы ориентирования одиночного аэроснимка.
17. Определение положения главных точек аэроснимка и их характеристика.
18. Связь координат точек снимка и местности.
19. Смещение точек из-за влияния угла наклона снимка.
20. Смещение точек на снимке из-за влияния рельефа местности.
21. Сущность планово-высотной подготовки аэроснимков.
22. Монокулярное, бинокулярное, стереоскопическое зрение и их свойств.
23. Условия возникновения стереоэффекта по аэроснимкам и его виды.
24. Дешифрирование аэроснимков, его методы и способы.
25. Земельно-кадастровое дешифрирование снимков: задачи, содержание, особенности.
26. Основные признаки дешифрирования.
27. Трансформирование аэроснимков.
28. Технология изготовления фотосхем.
29. Технология изготовления фотопланов.
30. Фототриангуляция.
31. Основные понятия и определения стереопары.
32. Элементы взаимного ориентирования.
33. Поперечные параллаксы.
34. Продольные параллаксы.

35. Последовательность работы на аналоговых стереоприборах (на примере стереографа) по составлению топографических карт и планов.
36. Технология комбинированного метода создания карт и планов.
37. Стереотопографический метод создания карт и планов.
38. Технология универсального способа создания карт и планов.
39. Цифровые изображения и способы их получения.
40. Современные цифровые фотограмметрические системы.

Критерии оценивания уровня освоения дисциплины:

Оценки "отлично" заслуживает студент, обнаруживший всестороннее и глубокое знание материала, предусмотренного программой, в срок и на высоком уровне выполнивший лабораторные работы, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой, знающий основные закономерности сферы геодезии и взаимосвязи между ее отдельными компонентами, свободно ориентирующийся по планам и картам, умеющий подкрепить ответ примерами. Ответы на вопросы должны быть логически стройными, исчерпывающими и завершаться краткими выводами, а программный материал – творчески осмысленным.

Оценка "хорошо" ставится студенту, обнаружившему полное знание учебного материала, предусмотренного программой, успешно выполнившего лабораторные работы, усвоившему основную литературу, рекомендованную по программе, знающему основы современной инженерной геодезии и взаимосвязи между компонентами, умеющему сопроводить ответ примерами.

Оценки "удовлетворительно" заслуживает студент, правильно, но не твердо знающий основной материал, предусмотренный программой, освоивший выполнение лабораторных работ, не знающий примеров взаимодействия компонентов современной геодезии. Ответ базируется только на лекционном материале и учебнике, работа с планами и картографическим материалом осуществляется с трудом и с некоторыми ошибками.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, в значительной степени не усвоившему материал, предусмотренный программой, не знающему основных закономерностей современной геодезии и взаимодействия ее компонентов, не владеющему навыками практической работы, не умеющему работать с картами и планами.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Рекомендуемая литература (основная)

1. *Вострокнутов, А. Л.* Основы топографии: учебник для вузов / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9797-2. — Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492059>
2. *Емельянова, Л. Г.* Биогеографическое картографирование: учебное пособие для вузов / Л. Г. Емельянова, Г. Н. Огуреева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 108 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07320-1. — Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491207>

Рекомендуемая литература (дополнительная)

1. Берлянт А.М. Геоинформационное картографирование. М.: изд-во МГУ, 1997. 180 с.
2. Исследование Земли из космоса // под ред. Кондратьева К.Я.- М.: Наука, 1997.
3. Королев Ю.К., Баранов Ю.Б. Методы обработки данных дистанционного зондирования. М., 1996. 126 с.

4. Лазарев А.И., Савиных В.П. Достижения отечественной пилотируемой космонавтики в изучении окружающей среды. СПб.: Гидрометеиздат, 1996.
5. Обиралов А.И., Лимонов А.Н., Гаврилова Л.А. Фотограмметрия и дистанционное зондирование. М.: КолосС, 2006. 334 с.
6. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. М.: Картгеоцентр - Геодезиздат, 2001. 228 с.
7. Серапинас Б.Б. Основы спутникового позиционирования. М.: Изд-во МГУ, 1998.
8. Цветовые измерения в космосе. М.: Недра, 1996.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

При изучении курса студенты в теории и на практике осваивают современное программное геоинформационное обеспечение (программные пакеты MapInfo 6.0, ArcView 3.2) и технологию создания ГИС в сфере землестроительства. Полученные знания могут быть применены будущими специалистами при написании дипломных работ и в будущей производственной деятельности.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

1. Лабораторные задания по курсу «Фотограмметрия и дистанционное зондирование».
2. Пакет электронных рабочих наборов (Work space MapInfo) и электронных таблиц (Table MapInfo) .
3. Пакет растровых символов и атрибутивных данных.

8. Перечень информационных технологий

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

9. Материально-техническая база

Необходимый для реализации бакалаврской программы перечень материально-технического обеспечения включает в себя (уч. корпус № 1, ауд. 12 б):

- интерактивная доска SMART;
- компьютерное оборудование KraftwayKC 41
- мультимедийный проектор
- сканер формат А3 EpsonGT-20000
- принтер формат А3 E 100

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 6314D932A1EC8352F4BBFDEFD0AA3F30
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 21.09.2022 до 15.12.2023